Jb. nass. Ver. Naturkde. **130** S. 27–57 22 Abb. Wiesbaden 2009

# Die STELLWAAGsche Minensammlung in der Naturwissenschaftlichen Sammlung des Museums Wiesbaden

GISELA SCHADEWALDT

Botanik, Zoologie, Entomologie, Hyponomologie, Blattminen, Faunistik, STELLWAAG

Kurzfassung: Das Museum Wiesbaden besitzt in seiner Naturwissenschaftlichen Sammlung (MWNH = Museum Wiesbaden Natural History) ein Minenherbar von Dr. Fritz STELLWAAG. Die Informationen zu den Parasiten und ihren Wirten konnten erstmalig vollständig aufgearbeitet und digital in einer Datenbank erfasst werden. Zusätzlich bietet die fotografische Dokumentation Zugriff auf über 1.000 Blattminen, die überwiegend von Prof. Dr. Erich Martin HERING bestimmt wurden. Dieser Aufsatz widmet sich der allgemeinen Vorstellung von Blattminen und der Aufbereitung der im Herbar enthaltenen Daten. Die Veröffentlichung der Datenbank und der Fotos wird separat auf DVD erfolgen. Zusätzlich werden Lebensdaten von Dr. Fritz STELLWAAG, Prof. Dr. Erich Martin HERING und Dr. Georg VOIGT vorgestellt.

Botany, zoology, entomology, hyponomology, leaf mines, faunistics, STELLWAAG

Abstract: The STELLWAAG collection of leaf mines in the Natural History Collection of the Museum Wiesbaden (MWNH) is presented completely for the first time. The information on the parasites and their host plants, identified mainly by Prof. Dr. Erich Martin HERING, has recently been databased. More than 1,000 digital photographs will be available on an upcoming DVD. This paper includes an introduction to leaf mines and the creation of the database. In addition, biographical notes are presented on Dr. Fritz STELLWAAG, Prof. Dr. Erich Martin HERING and Dr. Georg VOIGT.

## Inhaltsverzeichnis

## 1 Einleitung

Im Rahmen ehrenamtlicher Tätigkeit in der Naturwissenschaftlichen Sammlung (NWS) des Museums Wiesbaden übernahm die Autorin Anfang 2007 die Aufarbeitung des STELLWAAGschen Minenherbars. Bereits eine Übersicht ließ erkennen, dass trotz einer vorhandenen Publikation in den Jahrbüchern des Nassauischen Vereins durch den Sammler (STELLWAAG 1966) eine vollständige Aufarbeitung notwendig sein würde. Außerdem war es angezeigt, diese und weitere Blattminensammlungen im Einzelnen zu dokumentieren, da der Begründer der modernen Blattminenkunde, Prof. Dr. Erich Martin HERING, an dieser Sammlung durch Bestimmungsarbeit und Materialüberlassung beteiligt ist. Damit steht der Wissenschaft primäres Vergleichsmaterial zur Verfügung.

Bevor auf die Ergebnisse dieser Arbeit näher eingegangen wird, ist es notwendig, den Leser in das Fachgebiet der Blattminenkunde einzuführen. Im Laufe der letzten Jahre sind zumindest einige Blattminen erzeugende Tiere durch Alltagserfahrung und Medienberichte bekannter geworden. So ist beispielsweise die Kastanienminiermotte (*Cameraria ohridella* DESCHKA & DIMIC, 1986) durch ihre rasante Verbreitung in Europa und durch ihre Schadwirkung an der Weißblütigen Rosskastanie (*Aesculus hippocastanum* L., 1753) in das Bewusstsein der Bevölkerung gelangt (siehe 2.8).

Da von allen vorliegenden Blattminen der Sammlungen im Museum Wiesbaden die Informationen in einer Datenbank vereint werden konnten und fotografisch dokumentiert sind, hat sich die Redaktion in Anbetracht des Umfangs des Materials zu einer Teilung dieser Abhandlung entschlossen. Die Datensammlung wird einschließlich der Fotos in einer gesonderten Publikation auf DVD erscheinen (siehe SCHADEWALDT & GELLER-GRIMM, in Vorbereitung).

## 2 Einführung in die Blattminenkunde

### 2.1 Definition der Mine

Mancher Naturbeobachter hat auffällige Muster an Blättern verschiedenster Pflanzen bemerkt, die sich durch linienartige bis fleckenförmige Zeichnung von der übrigen Blattfläche abheben. Versuche einer Deutung finden sich schon sehr früh. In einem „*Bericht von denen auff den Blättern der Bäume in diesem 1680sten Jahre häufig gefundenen SchlangenGestalten*“ beschreibt und zeichnet BECKMANN (1680) die von ihm an Kirschblättern gefundenen Blattminen und kommt zu dem Schluss: „*Die wahre Ursache davon hat sich befunden an einer*

*kleiner Raupen gelegen zu seyn so auff den Kirschbäumen ihre Nahrung gesuchet*" (1680: 8). Die Raupe ist „*auff gedachten Blättern auff und abgekrochen und hat daselbst alsdann angenaget was ihr am schmackhafftesten vorgekommen; In dem Herumkriechen aber einen solchen Zug hinterlassen als der Weg gewesen, den sie genommen hat*" (1680: 10). Die erste noch heute gültige Erklärung stammt von dem französischen Naturforscher RÉAUMUR (1737), der die Zeichen als Fraßspuren von Insektenlarven im Innern des Blattes deutete. Abb. 1 vermittelt einen Eindruck von dem Wissen und der Vorstellung des 18. Jhs. über Minen. Bemer-

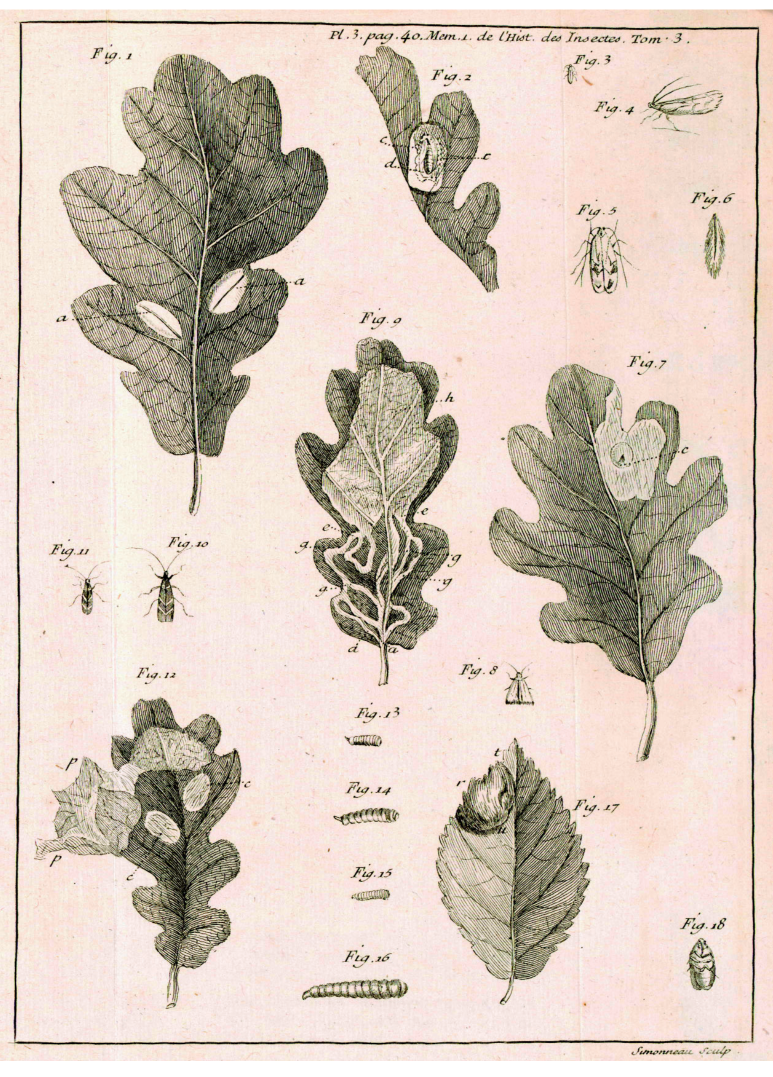



Abbildung 1: Tafel 3 aus RÉAUMUR (1737).

kenswert sind die verschiedenen Darstellungsformen einzelner Objekte, beispielsweise in natürlicher Größe und bei Lupenbetrachtung (Figur 11 und 10). Einen ganz bestimmten Käfer zeigt Figur 18 an: „*Il est vû ici du côté du ventre et il y est bien plus grande que la nature* (RÉAUMUR 1737: 39). Nur in Bauchansicht und vergrößert werden die Details erkennbar, die auf einen Rüsselkäfer schließen lassen, vermutlich der Gattung *Ceutorrhynchus* (Verborgenrüssler).

Das Grundlagenwerk von HERING liefert folgende Definition: „Als Mine (Hyponomium, Hyponom) bezeichnet man jeden im Innern von grünen Pflanzengeweben oder von Epidermis-Zellen verlaufenden Fraßgang einer Insektenlarve, der die Epidermis-Zellen oder wenigstens ihre Cutikula unversehrt lässt" (1935-1937: 1). Auch CSÓKA (2003) schließt sich dem an. DEMPEWOLF (2005) macht auf die Unterschiede zu den Gallbildungen aufmerksam. Minierlarven ernähren sich zwar, wie die Gallbildner auch, vom Pflanzengewebe. Sie modifizieren dabei aber nicht das Pflanzenwachstum, wie es bei Gallen der Fall ist.

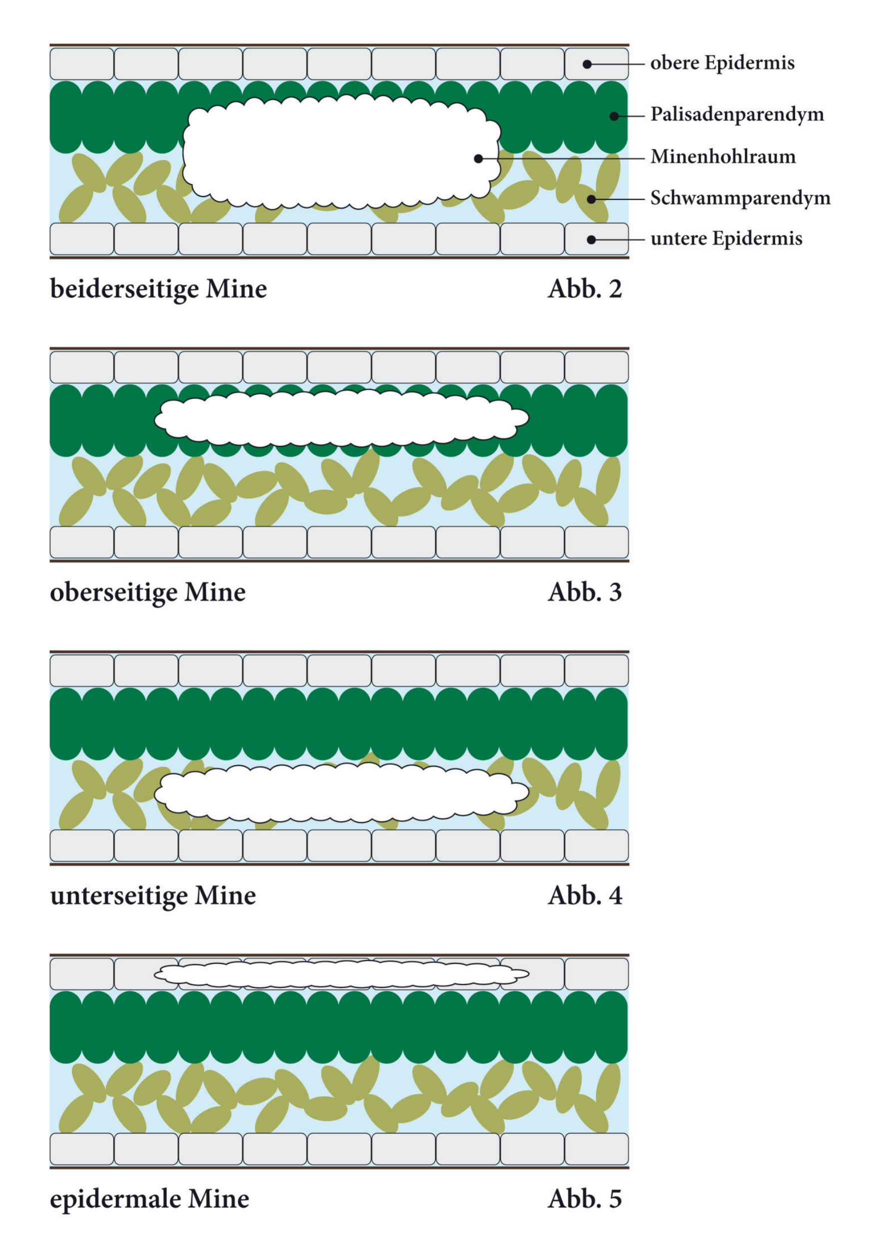
## 2.2 Minentypen

Definitionsgemäß ist die Mine ein Hohlraum, der von einer Larve aus dem Blattgewebe herausgefressen wird, ihr also primär als Nahrung dient. Minen zeigen ein charakteristisches Bild, geprägt durch Lage und Verlauf des Fraßganges. Es ergibt sich folgende Klassifikation:

– Eine Mine wird „beiderseitig" genannt (Abb. 2), wenn der entstandene Hohlraum gleichermaßen von der Blattober- wie von der Blattunterseite her zu erkennen ist. Dabei hat die Larve das Parenchym (Grundgewebe) herausgefressen und nur noch die Epidermis übrig gelassen. Die Mine erscheint dann gegen das Licht betrachtet nicht mehr grün, sondern fast glasig durchsichtig.
– Frisst dagegen eine Larve ausschließlich in der Palisadenschicht der Blattoberseite, spricht man von einer „oberseitigen" Mine (Abb. 3). Gegen das Licht betrachtet erscheint diese dann heller grün als die umgebende Fläche und ist von unten betrachtet kaum sichtbar.
– Im umgekehrten Fall stellt das Schwammparenchym der Blattunterseite die Nahrungsgrundlage, die Mine wird daher als „unterseitige" Mine benannt (Abb. 4). Dabei ist im Gegenlicht der Fraßgang noch grünlich, tritt an der Blattunterseite deutlicher hervor als an der Oberseite.
– Einen vierten Typus stellt die „epidermale Mine". Hier verläuft der Minengang nur in der oberen Epidermis, wobei die Querwände der Zellen durchbissen werden und das übrige Blattgewebe unverletzt bleibt. Der Abschluss der Mine nach außen hin wird jetzt nicht mehr von einer Zellschicht, sondern nur noch von deren oberen Zellwänden gebildet. Es wird kein Blattgrün enthaltendes Gewebe des Blattinneren gefressen und somit findet keine Entfärbung des Blattes statt. Daher ist die Mine im durchfallenden Licht nicht zu erkennen, dafür im auffallenden umso besser. Ihre silbrigweiße Färbung kommt durch eindringende Luft zustande (Abb. 5).

Die vorgestellten Typen von Minen werden artspezifisch verwirklicht und stellen in den meisten Fällen zuverlässige Kriterien zur Bestimmung des Minenerregers dar.

Betrachtet man neben der vertikalen auch die horizontale Ausbreitung einer Mine, trifft man ebenfalls auf wichtige Merkmale. So ist die Richtung, in der sich




Abbildungen 2-5: Schematischer Querschnitt durch ein Laubblatt mit verschiedenen Minentypen: Abb. 2: beiderseitige Mine, Abb. 3: oberseitige Mine, Abb. 4: unterseitige Mine, Abb. 5: epidermale Mine.

die Fresstätigkeit des Minenerzeugers vollzieht, für die Form der Mine maßgeblich. Frisst die Larve immer nur in einer Richtung weiter, erzeugt sie eine Gangmine (Abb. 6), miniert sie dagegen nach allen Seiten, entsteht eine Platzmine (Abb. 7). Gehen von einer Stelle strahlenförmig nach allen Richtungen kurze Gänge aus, wird das Gebilde als Sternmine bezeichnet (Abb. 8). Gang- und Platzmine zeigen oft Übergangsformen. Beginnt die Mine als Gang und endet platzartig, wird sie als Gangplatzmine bezeichnet (Abb. 9). Sonderformen der Platzmine wie beispielsweise Faltenminen und Blasenminen sind in ihrer Ausgestaltung so charakteristisch, dass sich schon daran bestimmte Minierergruppen erkennen las-



Abbildung 6: Gangmine an Birke (*Betula* spec.) - Inv. Nr. 129 aus der Coll. STELLWAAG.



Abbildung 7: Platzmine an Birke - Inv.-Nr. 130 aus der Coll. STELLWAAG.



Abbildung 8: Sternmine an Teufelskralle (*Phyteuma* spec.) - Inv.-Nr. 161 aus der Coll. STELLWAAG.



Abbildung 9: Gangplatzmine an Tragant (*Astragalus* spec.) - Inv.-Nr. 94 aus der Coll. STELLWAAG.

sen. Grundsätzlich ist die Anlage der Minenform erblich fixiert, die Larve behält in der Regel die Minierweise im Verlauf ihres Lebens bei.

## 2.3 Minenerzeuger

Minierer stellen keine taxonomische Gruppe, sie sind vielmehr eine artenreiche Fressgemeinschaft aus verschiedensten Insektengruppen. Den größten Anteil haben Larven aus vier Insektenordnungen: Käfer (Coleoptera), Schmetterlinge

(Lepidoptera), Zweiflügler (Diptera) und Hautflügler (Hymenoptera). Unter den Hymenopteren finden sich die minierenden Arten in der Familie der Blattwespen (Tenthredinidae). Bei den Käfern handelt es sich meistens um Rüsselkäfer (Curculionidae), Prachtkäfer (Buprestidae) und Blattkäfer (Chrysomelidae). Die Mehrheit der minierenden Schmetterlingsraupen gehört zu den Kleinschmetterlingen, insbesondere zu den Familien der Miniermotten (Gracillariidae), der Zwergmotten (Nepticulidae), der Schopfstirnmotten (Tischeriidae) und der Miniersackmotten (Incurvariidae und Coleophoridae). Sieht man bei den Zweiflüglern einmal von den wenigen an Wasserpflanzen minierenden Mückenarten ab, findet man die größte Anzahl Minierer unter den Echten Fliegen in der Familie der Minierfliegen (Agromyzidae). Ungeklärt ist noch immer, ob die Ordnung der Fransenflügler (Thysanoptera) wirklich Minierer oder möglicherweise nur Inquilinen (Einmieter) sind.

Bei der Zuordnung einer Mine zu einer der genannten Ordnungen helfen manche Spuren. Beispielsweise stammen rein epidermale Minen ohne Kotspuren von Schmetterlingen. Eine beiderseitig und platzartig ausgebildete Mine weist auf eine Pflanzenwespe hin, und Fliegenminen besitzen oft Kot im Minengang, der zweireihig oder abwechselnd links und rechts liegt. Da allerdings die Vielfalt der Anpassungserscheinungen an das Leben in der Mine sehr groß ist, ermöglicht nicht selten nur die Aufzucht die Identifikation des Minierers.

## 2.4 Ernährungsweise

Die Anlage einer Mine erfolgt auf Grund der speziellen Nahrungswahl der Larve. Dabei spielen insbesondere Proteine eine entscheidende Rolle, die sich überwiegend im Cytoplasma und im Zellkern finden, weniger in den Chloroplasten. Fehlen notwendige Inhaltsstoffe, geht die Larve zugrunde, beispielsweise bei falsch abgelegten Eiern. Allen minierenden Larven ist eine Spezialisierung der Mundwerkzeuge gemein. Daran lassen sie sich auch meist von Larven mit anderer Ernährungsweise deutlich unterscheiden. Wenn manche Larven im Laufe ihrer Individualentwicklung die Ernährungsart ändern, geschieht dies nach einer Häutung und geht einher mit der Umgestaltung des Verdauungstraktes und der Mundwerkzeuge. Beispielsweise gibt es Miniermotten, die nur im Jugendstadium mittels spezialisierter Mundwerkzeuge zum Anschneiden von Zellwänden und zum Aufsaugen des Zellsaftes befähigt sind. In späteren Stadien verlassen sie die Minen, um mit veränderten Mundwerkzeugen als freie Raupe zu leben. Die Altraupe benagt dann die Innenseite des Wickels, den sie durch Einrollen des Blattrandes entstehen lässt, oder sie frisst an der Innenseite der Tüte, die durch Umschlag eines Blattzipfels gebildet wird. Daher rührt der deutsche Name Blatttütenmotten für diese Arten (Abb. 10).

Die Raupen der Sackmotten leben nur im ersten Stadium in einer kleinen, unscheinbaren Mine. Anschließend schneidet die Raupe ein Teilstück der Epidermis heraus und verspinnt es zu einem Gehäuse, an dessen Vorderende der Vorderkörper herausgestreckt wird. Mit diesem Sack zieht die Larve zu einer neuen Stelle am gleichen Blatt, heftet den Sackrand an die Blattfläche an und frisst wiederum ein Loch in die Epidermis. Das Blattinnere wird so tief ausgeweidet, wie es der hervorgestreckte Vorderkörper ermöglicht. Ist die Stelle ausminiert, wandert die Larve mitsamt ihrem Sack weiter. Zurück bleiben die verlassenen Minenflecken (Abb. 11).



Abbildung 10: Epidermale Mine (Pfeil) und Blattumrollung einer Blatttütenmotte (*Gracillaria* spec.) an Erle (*Alnus* spec.) - Inv.-Nr. 57 aus der Coll. STELLWAAG.



Abbildung 11: Minen einer Sackträgermotte (*Coleophora* spec.) mit Raupensack (Pfeil) an Erle (*Alnus* spec.) Inv.-Nr. 56 aus der Coll. STELLWAAG.

## 2.5 Kotablagerung

Art und Weise sowie Form der Kotablagerung spielen bei der Bestimmung des Erregers eine große Rolle. Jede Spezies zeigt gewisse konstante Eigentümlichkeiten. So entfernen einige Arten den Kot aus ihrem Wohnraum, wie die erwähnten Sackmotten. Sie stoßen ihn am Hinterende ihres Gehäuses aus, weshalb der ei-

gentliche Minenraum kotfrei bleibt. Andere Minierer besitzen unter der Afteröffnung einen Analkamm, der von HERING (1953) treffend als Mistgabel bezeichnet wird. Damit wird der Kot aufgenommen und durch eine Öffnung in der Mine herausgeschleudert. Im einfachsten Fall verbleibt der Kot unmittelbar hinter der Larve, die sich ununterbrochen vorwärts frisst. Bei den Platzminen wird der Kot meist im Zentrum abgelegt, während der Minenrand frei bleibt. Es kann aber auch zu dicht hintereinander liegenden Kotanhäufungen in Halbbögen kommen. Auf diese Art und Weise wird ein großer Teil der Bodenfläche der Mine mit Kotballen belegt, der Kot gleichsam zum Trocknen ausgebreitet. Die Abb. 12 und 13 lassen erkennen, dass die Form der Kotablagerung diagnostisch verwertbar ist: In beiden Fällen handelt es sich um die Gattung *Cemiostoma* (Ordnung Lepidoptera). Die Minen finden sich zum einen im Goldregen (*Laburnum spec.*, Familie Fabaceae), zum anderen in der Zwergmispel (*Cotoneaster spec.*, Familie Rosaceae). Trotz unterschiedlicher Wirtspflanzen ist die Art der Kotablagerung ähnlich, man kann eine nahe Verwandtschaft der Verursacher annehmen.



Abbildung 12: Kotablagerung von *Cemiostoma laburnella* STAINTON an Goldregen (*Laburnum* spec.) – Inv.-Nr. 660 aus der Coll. STELLWAAG.



Abbildung 13: Kotablagerung von *Cemiostoma scitella* ZELLER an Zwergmispel (*Cotoneaster* spec.) – Inv.-Nr. 274 aus der Coll. STELLWAAG.

## 2.6 Futterpflanzen

Wegen der hohen Wirtsspezifität ist das Wissen um die Futterpflanzen von entscheidender Bedeutung bei der Bestimmung eines Parasiten. So haben sich monophage Minierer herausgebildet, deren Leben sich nur in einer einzigen Pflanzengattung, zuweilen sogar nur in einer Art dieser Gattung vollzieht. Demgegenüber gibt es aber auch manche Minierer, die in vielen, nicht näher verwandten Pflanzenarten minieren. Man bezeichnet sie dann als polyphag. Zwischen beiden Gruppen stehen die oligophagen Vertreter, denen nur wenige Pflanzenarten als Nahrung dienen können. Die polyphagen Parasiten sind für den Minenkundler besonders interessant, weil damit zu rechnen ist, dass sie an weiteren Pflanzen gefunden werden können, von denen sie bisher nicht bekannt geworden sind. Umgekehrt dienen diese Informationen den Botanikern als Hinweise auf Verwandtschaftsgrade. Bei Ranunculaceae- und Apiaceae-Minierern herrscht eine fast uneingeschränkte Monophagie vor. So gibt es kaum eine Art minierender Larven an Hahnenfußgewächsen, die an zwei verschiedenen Gattungen dieser Familie vorkommt. Jede Gattung hat ihren eigenen Minierer.

HERING (1935-37) listet 118 Pflanzenfamilien auf, in denen in Europa Minierer gefunden wurden. Davon gehören 94 der Klasse der Zweikeimblättrigen an. Der Vielzahl der minierten Familien steht eine kleinere Anzahl minenfreier gegenüber. Für etwa 30 Pflanzenfamilien unter den Gefäßpflanzen sind bislang keine Minierer bekannt. Dabei muss aber beachtet werden, dass in Europa minenfreie Familien andernorts auf der Erde durchaus vermint sein können. Für hiesige Verhältnisse gilt, dass die Minierer holzige Pflanzen bevorzugen, unter diesen wiederum Birken, Weiden, Pappeln, Eichen und Rosengewächse. Diese Gegebenheit kann in der gegenüber Kräutern verlängerten Vegetationsperiode begründet sein.

## 2.7 Die Entwicklung der Minierer

Der gesamte Lebenszyklus einer minierenden Art spielt sich meist innerhalb eines Jahres ab. Die Eiablage erfolgt entweder in das Gewebe oder auf die Oberfläche des Blattes und ist artspezifisch. Für einen in Ulmen minierenden Schmetterling ist die Position der Mine sogar namensgebend: *Nepticula marginicolella* STAINTON (lat. margo = Rand, colere = wohnen). Die Gangmine dieser Art folgt fast ganz dem Blattrand, selbst den Blattzähnen. In der Mine häuten sich die Larven mehrmals. Wie bereits ausgeführt, wechseln manche Arten dabei ihr angelegtes Verhaltensmuster. Die Verpuppung kann innerhalb oder außerhalb des Fraßraumes erfolgen. Die Puppe ist bei Schmetterlingen, Käfern und Hautflüglern meist von einem Gespinnst, dem Kokon, umgeben. Dieser fällt zu Boden, bei anderen verbleibt er zur Puppenruhe in der Mine. Bei den Dipteren findet sich oft am Ende der Mine eine besondere Kammer, die sogenannte Puppenwiege, in der das Puparium ruht. Das Puppenstadium überwintert zumeist. Das schlüpfende Insekt beginnt häufig eine zweite Generation.

Der Entwicklungsgang der Minierer steht in Zusammenhang mit ihrer Ernährungssituation. Werden zwei Generationen ausgebildet, so stoßen diese im Hinblick auf den Vegetationsverlauf ihrer Nährpflanze auf unterschiedliche Bedingungen. Die erste Generation (etwa Mai-Juni) trifft auf saftreiche Blätter mit zarten Zellwänden. Dieses reichliche Angebot von Nährstoffen ermöglicht eine nachhaltige Ernährung und schnelles Durchlaufen der Larvalzeit. Die zweite Generation (etwa ab Oktober) stößt auf Futter, das weniger ergiebig ist und nur noch bedingt genutzt werden kann aufgrund des gestiegenen Anteils verstärkter und verdickter Zellelemente in der Pflanze. DECLERK & SHORTHOUSE (1985) bestätigen durch ihre Untersuchungen an zwei Blattwespen-Arten, dass Minierfraß in Blättern höherer Nährstoffqualität auch schnelleres Wachstum ermöglicht und mehrfache Generationenbildung.

Viele der dargelegten Fakten im Entwicklungsgang haben diagnostischen Wert für die Bestimmung des Minierers. Noch am Blatt klebende Eischalen, in der Mine zurückgebliebene Larvenhäute, Zeitpunkt des Verlassens des Fraßraumes und andere Indizien führen auf die Spur des Schädigers. Selbst die Farbe der Kittmasse von der Anheftung des Eies wird für die systematische Trennung nahe verwandter Gattungen in die Beurteilung einbezogen.

## 2.8 Beispiel Rosskastanienminiermotte

Die bisherigen Darlegungen sollten verdeutlichen, dass die Minenfraßbilder bestimmte Charakteristika aufweisen. Wirtspflanzenwahl – Erzeugergruppen – Minentypen – Position der Mine – Kotablagerung – Individualentwicklung sind wesentliche Stichworte in diesem Zusammenhang, deren Kenntnis für das Verständnis der Minenbildung unabdingbar ist. Damit ist der Gesamtkomplex der Minenbiologie längst nicht gänzlich beleuchtet. Fragen der Wirtschaftsschäden, der Parasitoidenkomplexe, der Phylogenie und andere bleiben unerwähnt.

Ein in Entwicklung begriffener neuer Wissenschaftszweig ist die Invasionsbiologie (HEITLAND et al. 2003). Dabei geht es um Tier- und Pflanzenarten, die in den letzten Jahrzehnten nach Europa eingewandert sind oder bewusst importiert wurden, wie etwa der Riesenbärenklau (*Heracleum mantegazzianum*)

(SOMMIER & LEVIER 1895) oder der Asiatische Marienkäfer (*Harmonia axyridis*) (PALLAS 1773). Aber auch die eingangs erwähnte Rosskastanienminiermotte zählt zu diesen Neuankömmlingen. Es handelt sich um einen Kleinschmetterling aus der Familie Gracillariidae, der 1984 erstmals am Ohridsee (Mazedonien) beobachtet wurde und inzwischen ganz Europa erobert hat. Der Wirt der Miniermotte ist die Gemeine Rosskastanie, und zwar bevorzugt die weißblühende Sorte. *Cameraria* miniert in den Blättern, deren Palisadenparenchym sie ausfrisst. Das führt bei starker Belegung zu vorzeitigem Blattfall, so dass die Bäume bereits im Sommer verkahlen. Das hinfällige Erscheinungsbild des Baumes – sonst wegen seiner Stattlichkeit und Ästhetik (Blattkrone, Blütenflor, Früchte) in der öffentlichen Meinung sehr positiv verankert – ist es denn auch, das zunehmend zu negativer Beachtung in der Öffentlichkeit geführt hat. Zahlreiche Arbeitsgruppen haben weltweit sich des Problems angenommen. Da es bei uns keine natürlichen Gegenspieler gibt, die den Massenbefall nennenswert reduzieren könnten, werden die unterschiedlichsten Bekämpfungsmaßnahmen erdacht und erprobt, doch nach 20 Jahren Forschung ist noch keine Lösung abzusehen.

Der Entwicklungsgang von *Cameraria ohridella* ist bekannt. Die Falter schlüpfen etwa Mitte April, nachdem sie in einem Minenkokon als Puppe in den abgefallenen Blättern überwintert haben. Die Weibchen legen durchschnittlich 40 Eier auf der Blattoberfläche ab. Die schlüpfenden Junglarven bohren sich ein, fressen in den ersten Larvenstadien in Gangminen, in den älteren werden Platzminen angelegt. „Kurz vor dem Schlüpfen der Falter bohren sich ihre Puppen mit Hilfe des stark zugespitzten Kopfes aus dem Blatt heraus“ (HEITLAND et al. 2003: 224). Es werden in der Regel drei Generationen im Jahr durchlaufen, je nach Nahrungsangebot und Witterung. Die Abb. 14 - 18 vermitteln eine Vorstellung von der Indivi-



Abbildung 14: Schadbild der Rosskastanienminiermotte (*Cameraria ohridella*) am Blatt der Gemeinen Rosskastanie (*Aesculus hippocastanum*) aus der Coll. SCHADEWALDT.



Abbildung 15: Larve der Rosskastanienminiermotte, Foto: F. GELLER-GRIMM.



Abbildung 16: Puppenhülle der Rosskastanienminiermotte, Foto: F. GELLER-GRIMM.



Abbildung 17: Geschlüpfte Rosskastanienminiermotte, Foto: Dr. J. RODELAND.



Abbildung 18: Vorzeitiger Herbst, Foto: F. GELLER-GRIMM.

dualentwicklung des Minierers. Die Blätter wurden am 7. Juli 2008 eingeholt mit verschiedenen Entwicklungsstadien des Minierers. Ab 10. Juli schlüpften die erwachsenen Falter.

## 3 Material und Methode

Das Herbar von Dr. Fritz STELLWAAG gelangte als Schenkung am 23.10.1968 in das Museum Wiesbaden. Eine erste Aufarbeitung erfolgte durch den Sammler selbst (STELLWAAG 1966), die Darstellung erwies sich jedoch als unzureichend in Bezug auf Umfang und Inhalt. Der möglichst vollständigen Dokumentation ging daher eine intensive Literaturstudie voraus. Die Erfassung des Herbarmaterials erfolgte mit Hilfe einer Datenbank, die auch eine anschließende Auswertung ermöglichte. Darüber hinaus konnten alle vorgefundenen Belegstücke gescannt oder digital fotografiert werden. An der Bereitstellung dieser Daten wird gearbeitet (SCHADEWALDT & GELLER-GRIMM, in Vorbereitung).

Leider findet die Blattminenkunde trotz ihrer Bedeutung in der Pflanzenpathologie nur wenig Beachtung und wird von der Wissenschaft nur unzulänglich vorangebracht. Ein modernes zusammenfassendes Werk gibt es nicht. Die bedeutendsten Werke zur Blattminenkunde stammen von HERING, darunter „Die Ökologie der blattminierenden Insektenlarven“ (1926), „Die Blattminen Mittel- und Nordeuropas“ (1935-1937), „Biology of the leaf miners“ (1951) und „Bestimmungstabellen der Blattminen von Europa einschließlich des Mittelmeerbeckens und der Kanarischen Inseln“ (1957). In der Folge sind von anderen Autoren nur noch einzelne Artikel mit speziellen Fragestellungen erschienen.

Die Autorin hat sich bemüht, die aktuelle Nomenklatur und Taxonomie anzuwenden. Da die Blattminenkunde sehr unterschiedliche Tier- und Pflanzengruppen berücksichtigen muss, kann es durchaus zu Unzulänglichkeiten kommen. Die Werke von DATHE et al. (2001), GAEDIKE et al. (1999), HERING (1935-1937), KERGUÉLEN (1993), KÖHLER et al. (1998), ROTHMALER (1988) sowie SCHUMANN et al. (1999) dienten primär der Darstellung.

## 4 Ergebnisse

Wie bereits einleitend erwähnt, werden die Datentabellen und digitalen Fotografien wegen ihres Umfangs an dieser Stelle nicht berücksichtigt. Dazu wird eine DVD erstellt, die alle Informationen enthält und diese leicht zugänglich macht (SCHADEWALDT & GELLER-GRIMM, in Vorbereitung). Die Autoren werden damit eines der umfangreichsten Bildarchive zu den Blattminen anbieten.

### 4.1 Das Sammlungsmaterial

Das STELLWAAG-Herbar besteht aus 1.049 Einzelblättern in DIN A 5-Format. Sortiert nach Pflanzengattungen sind diese in zehn Mappen eingeordnet. Die letzte Mappe enthält 27 ungeklärte und unvollständige Exemplare. Die gepressten Minenblätter sind mit Papierstreifen auf der Unterlage in der Regel so befestigt,

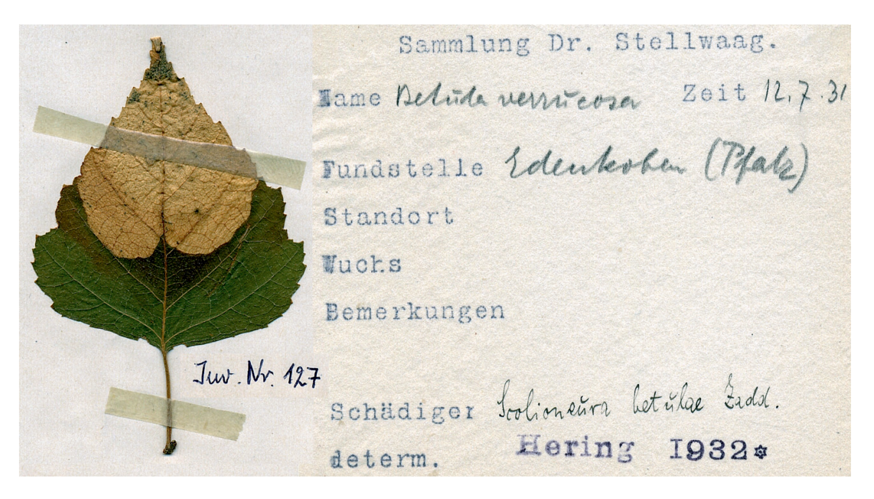



Abbildung 19: Typischer Beleg aus der Coll. STELLWAAG - Inv. Nr. 127.

dass sie für Untersuchungen entnommen werden können (Abb. 19). Leider findet gelegentlich auch selbstklebendes Klarsichtband Verwendung, das entsprechende Schädigungen verursacht hat. Der überwiegende Teil des Sammlungsbestandes stammt aus der Zeit 1920 - 1935, schwerpunktmäßig aus den Jahren 1930 und 1931. Die Eintragungen auf dem Sammlungsschild sind handschriftlich vorgenommen, oft von verschiedenen Personen. Insbesondere Prof. Dr. Erich Martin HERING (1893-1967) steht in Beziehung zu der Coll. STELLWAAG, denn er überprüfte drei Viertel der Belege und bestückte diese mit einigen Dubletten seines eigenen, käuflichen Minenherbars. Eine seiner Herbarausgaben befindet sich im Besitz des Museums Wiesbaden und wird ebenso erfasst. Ansonsten sind die Belege überwiegend von STELLWAAG und von VOIGT gesammelt worden (zu den Personen siehe 4.3-4.5).

## 4.2 Darstellung der Sammlung

Die Datenbank enthält folgende Eingabefelder: Parasit (Ordnung, Familie, Gattung, Art und Unterart, Autorenschaft, gültiger Name), Wirtspflanze (Familie, Gattung, Art und Unterart, Autorenschaft, gültiger Name), Fundort, Datum, Sammler, Bestimmer, HERING-Nummer, Bemerkungen.

Die Rubrik „Gültiger Name“ hat zum Ziel, die STELLWAAGschen Taxa mit ihrem aktuellen Status darzustellen. Dazu gehört nach den Internationalen Nomenklaturregeln die binominale Bezeichnung, der Autor des Taxons (als ausgeschriebener Name) wie auch das Jahr der Erstveröffentlichung. Das ist aber den Herbarblättern in dieser Form nicht zu entnehmen. Daher lässt sich nicht immer zweifelsfrei erkennen, welches Taxon gemeint ist. Bekannte Autorenschaft, aber fehlende Datierung sind ein Arbeits- und Verständniserschwernis bei dem Bemühen um Eindeutigkeit einer Artbezeichnung. Dazu sind der Rückgriff auf die Originalbelege und das Einbeziehen neuerer wissenschaftlicher Erkenntnisse notwendig. Nur einzelne systematische Gruppen sind in diesem Sinn von Spezia-

listen in unterschiedlichem Maße bearbeitet beziehungsweise revidiert worden. Für die vorliegende Dokumentation konnte das nur begrenzt geleistet werden. Da bei der Vielzahl der Taxa nicht immer auf entsprechende Fachleute zurückgegriffen werden konnte, wurde in diesen Fällen die Nomenklatur aus der gängigen Literatur übernommen. Die teilweise Widersprüchlichkeit zwischen der damaligen und heutigen Auffassung von der nomenklatorischen und systematischen Zuordnung einzelner Arten ist daher unvollständig aufgelöst.

Zu den Rubriken „Fundort, Datum, legit, determinavit“ ist anzumerken, dass die entsprechenden Eintragungen nicht nur auf den Angaben auf den Herbarblättern beruhen. Vielfach mussten aus Handschrift, verwendetem Papier oder auch Lebensdaten Rückschlüsse für diese Eingabefelder gezogen werden.

Die Rubrik „Hering-Nr.“ enthält Angaben aus dem Minen-Bestimmungswerk von Hering (1935-1937). Sein Bestimmungsschlüssel, nach Pflanzen-Gattungen alphabetisch angelegt, führt über mehrere Schritte zum Minenerzeuger unter einer fortlaufenden Nummer. Eine angeschlossene Kurzfassung beschreibt die Mine. Die Hering-Nummer verleiht den Sammlungsbelegen ein Stück weit Authentizität, weil sie auf der Aufzucht und Bestimmung der betreffenden Minierer beruht.

### 4.3 Zur Person Friedrich Ludwig STELLWAAG

An der Vita von Prof. Dr. Friedrich Ludwig [Fritz] STELLWAAG (Abb. 20) lässt sich nicht nur sein Werdegang ablesen, sie liefert auch zahlreiche Querverweise zu seinem Herbar. STELLWAAG wurde 1886 in Schwabach bei Nürnberg geboren. Nach dem Besuch des Gymnasiums in Nürnberg und dem Studium der Naturwissenschaften in Erlangen und München promovierte er 1909 und arbeitete als Assistent und Dozent für Vergleichende Zoologie und Biologie am Zoologischen Institut der Universität Erlangen. Ab 1917 leitete er die Zoologische Station der Staatlichen Lehr- und Versuchsanstalt in Neustadt/Weinstr. 1935 wechselte STELLWAAG zur Staatlichen Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in Geisenheim/Rheingau. Dort leitete er das Institut für Pflanzenkrankheiten bis zu seiner Pensionierung im Jahr 1954.

Sein Hauptarbeitsgebiet war die Bekämpfung der Reben-, Obst- und Gartenschädlinge. Als Mitherausgeber und als Autor des „Anzeiger für Schädlingskunde“ wurde er in Fachkreisen sehr geschätzt. 1928 erschien das bedeutendste Werk „Die Weinbauinsekten der Kulturländer“. Trotz Ruhestand engagierte sich der Wissenschaftler noch bis 1964 als Kreisbeauftragter für Naturschutz. Er war Ehrenmitglied und aktives Mitglied etlicher wissenschaftlicher Gesellschaften, Verbände und Vereine, so u.a. des Nassauischen Vereins für Naturkunde in Wiesbaden von 1936 bis 1973. Die Ehrenmitgliedschaft wurde ihm vom Deutschen Weinbauverband sowie von der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie angetragen. Weiterhin erhielt er zahlreiche Auszeichnungen. Zu nennen sind hier beispielsweise die Karl-Escherich-Medaille, die Müller-Thurgau-Medaille und die Goldmünze des Rheingaukreises (Claus 1992).

STELLWAAG verstarb fast 90-jährig im Jahr 1976 in Ginsheim-Gustavsburg. An seine Verdienste erinnert eine Büste aus dem privaten Nachlass, die im Neubau des Institutes für Phytomedizin in Geisenheim ihren Platz erhalten soll.



Abbildung 20: Prof. Dr. Friedrich Ludwig [Fritz] STELLWAAG (Porträt aus CLAUS 1992).

Aus den Lebensdaten wird ersichtlich, dass die Beschäftigung mit Minen für STELLWAAG nicht berufsfremd war, denn bei der wissenschaftlichen Bearbeitung von Schädlingen im Wein-, Obst- und Gartenbau sah er sich auch mit diesem Phänomen konfrontiert. Das berufsbedingte räumliche Umfeld, vor allem die Rheinpfalz und der Rheingau, wurde zur Fundgrube für seine Minensammlung. Allerorten galt sein Augenmerk dieser Erscheinung, auch bei gelegentlichen Kurzaufenthalten in seiner Heimat- und Geburtsstadt oder beim Besuch im Umkreis gelegener Botanischer Gärten. Die führende Stellung, die STELLWAAG in seiner Berufsausübung einnahm, brachte zahlreiche Kontakte zu anderen Institutionen mit sich. Daraus ergab sich fast von selbst ein Zuliefer- und Tauschdienst von Minen aus anderen Gegenden Deutschlands. Wenn auch die Namen der an der STELLWAAGschen Sammlung beteiligten Sammler zunächst nichts sagen, so gewinnen sie doch an Aussagekraft, setzt man sie zum Fundort der Objekte in Beziehung. Nicht zufällig erscheinen in der diesbezüglichen Rubrik Ortsangaben wie Naumburg a. d. Saale, Grünberg in Schlesien, Berlin (siehe 5.3).

Im alten Institut für Phytopathologie in Geisenheim finden sich aktuell noch umfangreiche Sammlungen und Archivalien von STELLWAAG. Eine Sicherstellung und Aufarbeitung ist seitens der Institutsleitung geplant.

### 4.4 Zur Person Erich Martin HERING

Prof. Dr. Erich Martin HERING ist an erster Stelle als an der STELLWAAG-Sammlung Beteiligter zu nennen. Er wurde 1893 in Heinersdorf (Ost-Sternberg) geboren und besuchte eine Volksschule bei Crossen (Oder). Nach der Ausbildung zum Lehrer war er in dieser Funktion von 1913 - 1914 in Schlesien tätig. Kriegsbedingt kam HERING 1916 nach Berlin. Dort holte er das Abitur nach und ging gleichzeitig seinen Interessen an der Entomologie nach, indem er sich in der Lepidopteren-Abteilung des Zoologischen Museums Berlin betätigte. 1918 bis 1921 studierte er Zoologie und Botanik und promovierte 1921 zum Dr. phil. Im Anschluss war er zunächst Assistent der Leitung der Lepidopteren-Abteilung des Zoologischen Museums der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin. 1926 erfolgte seine Ernennung zum Kustos und 1932 zum Professor. Nach 36-jähriger Tätigkeit in dieser Abteilung trat er 1957 in den Ruhestand und verstarb 1967.

Über 400 Publikationen, darunter eine Vielzahl von Neubeschreibungen, belegen seine wissenschaftliche Bedeutung. Nicht unerwähnt bleiben dürfen seine umfangreichen Sammlungen. Als Teilnehmer und Organisator internationaler Kongresse erfuhr er hohe Wertschätzung. Ihm wurden zahlreiche Ehrungen und Auszeichnungen zuteil, darunter die Fabricius-Medaille und die Königlich-Belgische-Medaille (DELKESKAMP 1963).

Ein Arbeitsschwerpunkt von HERING war von früher Jugend an das Studium der Blattminen und Blattminierer, das in den bis heute gültigen grundlegenden Werken zur Minenkunde gipfelte: „Die Ökologie der blattminierenden Insektenlarven“ (1926), „Die Blattminen Mittel- und Nordeuropas“ (1935-1937), „Biology of the leaf miners“ (1951), „Bestimmungstabellen der Blattminen von Europa einschließlich des Mittelmeerbeckens und der Kanarischen Inseln“ (1957). Diese Publikationen sind für alle unentbehrlich, die sich mit der Minenkunde befassen. HERING ist zweifelsohne ein weltweit anerkannter Forscher, auf dem Gebiet der Hyponomologie die Nummer Eins. Der Wissenschaftler war stets bestrebt, seine eigene Sammlung zu vervollständigen und seinem käuflichen Minenherbar (im Selbstverlag) Dubletten zuzuführen. So kann man im Kauf- und Tauschanzeiger der Deutschen Entomologischen Zeitschrift lesen: „*Blattminen und aus solchen gezogene Imagines aller Insektenordnungen determiniert gegen Portoersatz und evtl. Überlassung von Dubletten DR. MARTIN HERING, Berlin 4, Zoologisches Museum*“ (1924: 198). An anderer Stelle kommt seine stete Bereitschaft zum Ausdruck, Ratsuchenden Hilfestellung zu geben: „*Der Verfasser ist jederzeit gern bereit, in den Wintermonaten solche unbestimmt gebliebenen Minen durchzusehen und zu bestimmen*“ (1935-1937: 22). Wie viele andere Minenforscher, so hat auch STELLWAAG von diesem Angebot intensiv Gebrauch gemacht und dadurch seiner Sammlung eine gesicherte Grundlage und Bedeutung verliehen.

### 4.5 Zur Person Georg VOIGT

Georg VOIGT, geboren am 15.08.1890, studierte Botanik, Zoologie und Chemie in Göttingen, Halle und München. Nach dem Verbandsexamen am Chemischen Institut in Jena und der Promotion an der Philosophischen Fakultät der dortigen Universität arbeitete er von 1921 bis1924 als Chemiker in der Industrie. 1925 bis

1932 war er Wissenschaftlicher Assistent des Direktors der Geisenheimer Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau. In diese Zeit fallen auch Veröffentlichungen zum Thema Blattminen. Schon vor STELLWAAG äußerte er sich zum Minenvorkommen im Nassauer Land und in benachbarten rheinischen Gebieten (VOIGT 1929). Über 200 Minenbelege im STELLWAAG-Herbar stammen von ihm. Weitere Publikationen datieren von 1933 und 1934 mit der Ortsangabe Naumburg/Saale. Aufgrund des wiederholten Zitierens der Institution „Biologische Reichsanstalt“ liegt die Vermutung nahe, dass er dort möglicherweise beruflich eingebunden war. Die letzte bekannt gewordene Arbeit stammt aus dem Jahr 1945. In den „Transactions of the Norfolk & Norwich Naturalist's Society” beschäftigt sich VOIGT mit dem Aspekt der sogenannten grünen Chlorophyllinseln in abgefallenen, minierten Blättern und versucht eine Erklärung dafür zu geben. VOIGT weist ausdrücklich darauf hin, dass auch er für seine minenkundlichen Studien die Hilfe von HERING in Berlin in Anspruch genommen hat.

## 5 Diskussion

### 5.1 Wirtspflanzen

Die eingangs genannten 1.049 Herbarblätter weisen nur einen Beleg zu Fruchtminen auf. Minen an Früchten sind allgemein nicht häufig. Die herbarisierte Mine rührt von *Nepticula sericopeza* ZELLER her, die in den grünen Flügeln der Ahornfrüchte lange feine Gänge ausminiert. Des Weiteren sind Rindenminen mit nur drei Exemplaren herbarisiert. Sie werden im grünen Parenchym der Stängel angelegt. Die Mehrzahl aller Minen wird in Blättern ausgefressen wie auch im vorliegenden Fall: Das STELLWAAG-Herbar ist eine Blattminensammlung.

1.045 bestimmbare Pflanzenbelege verteilen sich auf der Grundlage der Exkursionsflora von ROTHMALER (1988) folgendermaßen: Es sind insgesamt in 207 Gattungen aus 59 Familien Minen ausgebildet, davon in vier Familien der Abteilung Gefäß- und Sporenpflanzen: Familie Equisetaceae (Schachtelhalmgewächse), Gattung *Equisetum* – Familie Polypodiaceae (Tüpfelfarngewächse), Gattung *Polypodium* – Familie Aspleniaceae (Streifenfarngewächse), Gattungen *Asplenium* und *Phyllitis* – Familie Hypolepidaceae (Adlerfarngewächse), Gattung *Pteridium*. Acht Belege zu 5 Gattungen entfallen auf diese systematische Gruppe.

Die verbleibenden 55 Familien gehören zur Abteilung der Samenpflanzen, davon wiederum ist 1 Familie zur Unterabteilung Gymnospermae (Nacktsamer) zu stellen: Pinaceae (Kieferngewächse) mit einer Art: *Larix decidua* MILLER (Europäische Lärche). In der Unterabteilung Angiospermae (Bedecktsamer) sind 6 Familien mit 13 Gattungen zur Klasse der Monokotyledonae (Einkeimblättrige) zu rechnen: Familie Potamogetonaceae (Laichkrautgewächse) – Liliaceae (Liliengewächse) – Iridaceae (Schwertliliengewächse) – Juncaceae (Binsengewächse) – Cyperaceae (Riedgrasgewächse) – Poaceae (Süßgräser).

Die übrigen 48 Familien mit 188 Gattungen – sie betreffen ~80% des Herbars – sind der Klasse der Dikotyledonae (Zweikeimblättrige) zugehörig. Sie stellen den Hauptanteil der Wirtspflanzen. Es sind dies in alphabetischer Reihenfolge: Acer-

aceae – Apiaceae – Aquifoliaceae – Asteraceae – Balsaminaceae – Betulaceae – Boraginaceae – Brassicaceae – Campanulaceae – Cannabaceae – Caprifoliaceae – Caryophyllaceae – Chenopodiaceae – Convolvulaceae – Cornaceae – Corylaceae – Crassulaceae – Dipsacaceae – Ericaceae – Euphorbiaceae – Fabaceae – Fagaceae – Geraniaceae – Hypericaceae – Lamiaceae – Oleaceae – Onagraceae – Oxalidaceae – Plantaginaceae – Platanaceae – Polygalaceae – Polygonaceae – Primulaceae – Ranunculaceae – Rhamnaceae – Rosaceae – Rubiaceae – Salicaceae – Scrophulariaceae – Solanaceae – Thymelaeaceae – Tiliaceae – Tropaeolaceae – Ulmaceae – Urticaceae – Valerianaceae – Violaceae – Vitaceae.

Die Reihung nach dem Alphabet hat den Vorteil, dass eine Familie ungeachtet ihrer systematischen Stellung schnell aufgefunden werden kann. Trifft man beispielsweise auf Minen an dem allseits bekannten Springkraut (*Impatiens*) und hat man dessen Familienzugehörigkeit festgestellt (Balsaminaceae), so zeigt ein Blick in die Auflistung, dass die Familie als Minenträger bereits bekannt ist und zu Vergleichszwecken herangezogen werden kann. Andererseits ist beispielsweise die Familie Papaveraceae nicht gelistet, was bedeuten kann, dass sie im Sammelgebiet nicht gefunden, vielleicht auch nur übersehen wurde. Andere Aufsammlungen (Voigt 1929) nennen sie durchaus als Wirtspflanze für *Phytomyza*-Arten. Die STELLWAAG-Sammlung deckt etwa die Hälfte aller zur Klasse der Zweikeimblättrigen zählenden Familien ab.

Die Verteilung der Minierpflanzen des Herbars auf die einzelnen systematischen Gruppen ist kein Zufallsbefund, bedingt etwa durch den Aktionsradius des Sammlers. Die zahlenmäßige Analyse ist im Ergebnis durchaus repräsentativ für Minenvorkommen überhaupt. Minierende Insektenlarven in Sporenpflanzen sind nicht eine Regelerscheinung, sondern eher die Ausnahme. Auch die Miniertätigkeit an einkeimblättrigen Pflanzen wie beispielsweise den Gräsern ist nicht so häufig festzustellen. Ein Grund könnte darin liegen, dass dergleichen spezialisierte Formen wie die Minierer nicht in dem Maße auf die verhältnismäßig ursprünglichen Pflanzengruppen übergegangen sind.

## 5.2 Minierer

Die Anzahl der Herbarblätter entspricht nicht der der Miniererarten. Zum einen gibt es etliche Blätter ohne ausgewiesenen oder auch mit fraglichem Erreger, zum anderen liegen zahlreiche Doppel- und Mehrfachbelege vor. Es handelt sich dann um Herbarblätter mit gleichen Wirtspflanzen und gleichen Parasiten, aber beispielsweise von verschiedenen Fundorten: *Aquilegia vulgaris* L., 1753 mit *Phytomyza minuscula* Goureau, 1851 von Geisenheim/Rheingau – von Brinkhof (bei Stralsund) – von Gößweinstein (Fränkische Schweiz) – von München. Das Minenbild sieht in allen vier Fällen im Wesentlichen gleich aus, dokumentiert aber auch eine gewisse Variabilität in der Ausprägung und gibt darüber hinaus Hinweise zur Verbreitung des betreffenden Minierers. Die Mehrfachbelege haben also durchaus ihren Stellenwert.

Ein anderer Anteil Herbarblätter (37 Stück) hebt sich dadurch hervor, dass an derselben Pflanze gleichzeitig zwei, teilweise auch mehr Parasitenarten Minen ausgebildet haben. Diese Pflanzenwirte gehören verschiedenen breit gestreuten Familien an. Was die Parasiten betrifft, so finden sich Vergesellschaftungen der un-

terschiedlichsten Art. Es kommen Vertreter getrennter Ordnungen miteinander vor wie auch innerhalb einer Ordnung verschiedene Familien zusammen. Eine gewisse Häufung von Gattungen einer Familie als gemeinsamem Wirt lässt sich bei den Agromyziden erkennen. Von besonderem Interesse ist die gleichzeitige Ausbildung von Minen durch verschiedene Minierer am gleichen Blatt. Abb. 21 zeigt an *Quercus* das Zusammentreffen von zwei Schmetterlingsfamilien, denen der Tischeriidae und der Gracillariidae. Die Tischeriide *Tischeria complanella* L. (mit a gekennzeichnet) führt zur Ausbildung eines milchig-weißen Platzes an der Blattoberseite, die Gracillariide *Lithocolletis roboris* (mit b markiert) bildet ebenfalls an der Oberseite eine Platzmine aus, die marmoriert erscheint. Verschiedentlich gibt es Erklärungsversuche für dieses Phänomen. Laut HESPENHEIDE (1991) können Minen verschiedener Arten zusammen an einem Blatt vorkommen ohne offenkundige Konkurrenz, vielleicht wegen Bevorzugung verschiedener Teile des Blattes. Im vorliegenden Fall könnte die Mittelrippe die einander gegenüber liegenden Minen rein räumlich trennen. Auch HERING (1951) ist dieser Frage nachgegangen und kommt zu der Auffassung, dass Begegnungen derselben Art nicht selten vorkommen, sich aber nicht in ihrer Entwicklung behindern müssen. Treffen verschiedene Arten im selben Blatt aufeinander, gibt es die geringsten Schwierigkeiten, wenn die Parasiten in unterschiedlicher Tiefe minieren. Begegnungen von zwei Minierarten in einem Blatt führen aber gewöhnlich für eine von beiden zum Desaster, es sei denn, eine Art entgeht diesem Schicksal, indem sie einen geeigneten Wechsel im Fressverhalten schafft: „*usually lead to disaster for one of them, unless it manages to escape this fate by a suitable change*

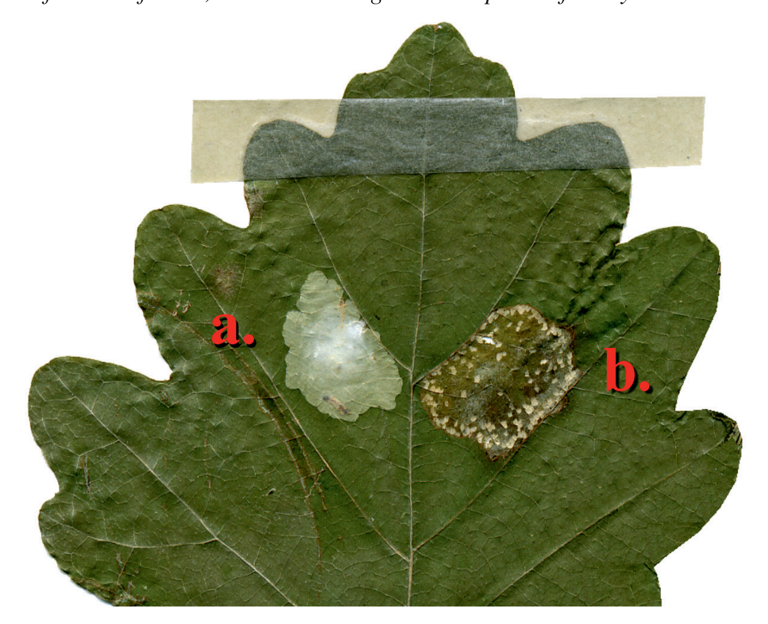



Abbildung 21: Schmetterlingsminen an Eiche (*Quercus* spec.) a. *Tischeria complanella* L., Familie Tischeriidae; b. *Lithocolletis roboris* ZELLER, Familie Gracillariidae - Inv.Nr. 696 aus der Coll. STELLWAAG.

*in its feeding instincts*“ (Hering 1951: 282). Offen ist die Frage, warum die Weibchen entgegen ihrem Instinkt – ein Ei einzeln pro Blatt – gelegentlich doch mehrere Eier ablegen. Bultman & Faeth (1985) haben sich auch mit dem Phänomen der intra- und interspezifischen Anhäufung von Minierern im gleichen Blatt beschäftigt und kommen zu der Annahme, dass das eierlegende Weibchen den Ablageort mehr auf der Basis chemisch-physikalischer Blatteigenschaften aussucht als unter dem Gesichtspunkt con- oder heterospezifischer Konkurrenten. In einer Arbeit über die Blattminen des Siegerlandes (Ludwig 1952) wird von einem ungewöhnlichen Fall berichtet, wonach bei *Rosa canina* der Gang von *Nepticula fletcheri* in den Platz von *Tischeria angusticolella* mündete, in dem anschließend beide Larven nebeneinander lebten. Es findet sich keine Aussage, ob die Minierer auch ihre Entwicklung vollenden konnten.

Im Folgenden wird aufgeschlüsselt, wie sich die Miniererarten auf die Insektenordnungen verteilen. Das Herbar enthält Minen von insgesamt 410 Parasitenarten. Sie sind systematisch folgendermaßen einzuordnen:

- Ordnung Coleoptera (Käfer), Familien Buprestidae (Prachtkäfer), Curculionidae (Rüsselkäfer), Chrysomelidae (Blattkäfer): 26 Arten aus 13 Gattungen haben zu annähernd gleichen Teilen in Kräutern und Holzgewächsen, bevorzugt in *Salix* und *Populus*, Minen ausgefressen.
- Ordnung Lepidoptera (Schmetterlinge): 188 Arten aus 18 Miniererfamilien sind vertreten, mehrheitlich Nepticuliden (Zwergmotten) und Gracillariiden (Miniermotten). Allein die Gattung *Nepticula* deckt mit 56 Arten 30% der Lepidopterenminen ab.
- Ordnung Diptera (Zweiflügler), Unterordnung Nematocera (Mücken): 3 Arten aus 3 Familien (Sciaridae, Chironomidae, Cecidomyidae), Unterordnung Brachycera (Fliegen): 7 Familien (Syrphidae – Tephritidae – Agromyzidae – Drosophilidae – Ephydridae – Scathophagidae – Anthomyiidae) stellen 175 Arten. Vorherrschend ist die Familie Agromyzidae (Minierfliegen) mit der artenreichsten Gattung *Phytomyza*, die 36 % der Dipterenminen stellt.
- Ordnung Hymenoptera (Hautflügler), Familie Tenthredinidae (Blattwespen): 18 Arten aus 8 Gattungen minieren zu einem Drittel in Kräutern, zu zwei Dritteln in Holzgewächsen.

Die Zahlen verdeutlichen, dass Hymenopteren und Coleopteren im vorliegenden Minenmaterial eine untergeordnete Rolle spielen, während Dipteren und Lepidopteren den Hauptanteil stellen, und zwar annähernd zu gleichen Teilen. Dieser Befund deckt sich mit Aussagen aus neuerer Zeit, wonach es so etwas wie ein allgemeines Verteilungsmuster der Minierer gibt mit der größten Vielfalt an Formen und Artenzahl bei den Schmetterlingen, dann in der Fliegenfamilie der Minierfliegen (Agromyziden), relativ wenige bei Käfern und Pflanzenwespen: „*The greatest diversity of forms and number of species are in the Lepidoptera, then in the fly family Agromyzidae, and relatively fewer in the Coleoptera and Hymenoptera*“ (Hespenheide 1991: 536). Abb. 22 veranschaulicht den prozentualen Anteil der Gruppen an der Gesamtheit der Minierer.

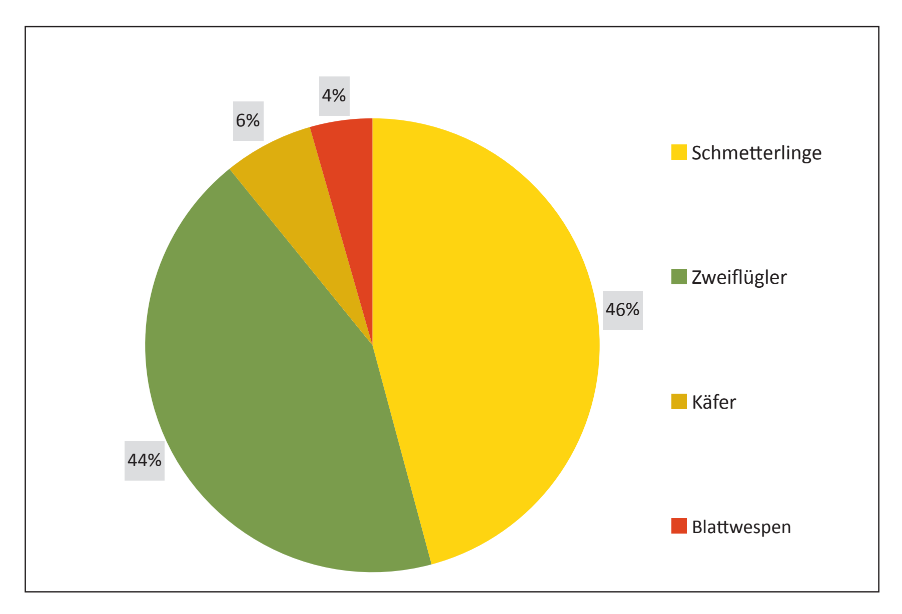



Abbildung 22: Prozentuale Verteilung der 410 Minierer auf die Insektenordnungen im STELLWAAG-Herbar.

## 5.3 Fundort, Datum, Sammler

Das Herbar ist bestückt mit einigen wenigen Exemplaren aus dem Ausland, ansonsten stammen die Nachweise aus Deutschland in den Grenzen der damaligen Zeit (ab 1920). Einige Vorkommen haben als Fundort Naumburg a. d. Saale. Die zugehörigen Sammler O. JANCKE, L. LANGE und G. VOIGT standen – wie schon angedeutet – zumindest kurzzeitig mit der Biologischen Reichsanstalt und über diese mit STELLWAAG in Kontakt. Ein weiterer kleiner Beitrag zum Herbar geht auf Dr. H. HEDICKE und sein „Herbar tierischer Fraßstücke“ zurück. HEDICKE – Hymenopterologe am Zoologischen Museum Berlin und zeitweilig Schriftleiter der Deutschen Entomologischen Zeitschrift – hat wie andere Forscher auch auf dem Kauf- und Tauschweg Material für sein Herbar gesammelt. Die von ihm in das STELLWAAG-Herbar gelangten Minenblätter haben als Fundorte den Raum Berlin-Brandenburg gemeinsam und datieren aus den Jahren 1918/1919. Aufsammlungen von Blättern aus München, Überlingen am Bodensee und Gößweinstein (Fränkische Schweiz) lassen auf Kurzaufenthalte von STELLWAAG in den dortigen Regionen schließen. Eine Ortsangabe verbunden mit einem Sammlernamen lässt zunächst keinen Zusammenhang mit dem STELLWAAG-Herbar erkennen. Es handelt sich um Grünberg in Schlesien, eine alte Obst- und Weinbaustadt, wie Recherchen zeigten. Die Stadt unterhielt um 1930/31 eine Lehranstalt für den Weinbaubereich. Es gab daher sicher Verbindungen nach Geisenheim (Ausbildung eines Weinbaulehrers) und nach Bingen (Hauptbetrieb einer Weinbrennerei). Hinreichend Kontakte bestanden also, die

H. SCHMIDT aus Grünberg als Minen- und Gallenkundler zum STELLWAAG-Herbar Beiträge liefern ließen.

Weniger von der geringen Zahl von 59 her als vielmehr wegen ihrer Bedeutung sind die Belege zu werten, die von HERING aus dem Großraum Berlin an STELLWAAG abgegeben wurden. Sie entsprechen der gleichen Anzahl Miniererarten, die in Verbindung mit der Pflanzenart als eindeutig definiert gelten und gleichsam als eine Art Minentypus angesehen werden können. Es handelt sich durchweg um Minierer, die im STELLWAAG-eigenen Material nicht vertreten waren oder um solche, die das bekannte Wirtspflanzensspektrum erweitert haben.

Einen nicht geringen Beitrag zum Minenherbar leistete VOIGT mit über 220 Blättern, die er größtenteils selbst determinierte. Seine Sammlungsschwerpunkte waren, in teilweiser Überschneidung mit den STELLWAAGschen, die Rheinpfalz und der Rheingau. STELLWAAG schließlich hat den größten Anteil an Minen zusammengetragen (ca. 600 Blätter). Berufsbedingt lag sein Sammelgebiet bevorzugt in Neustadt/Pfalz und Umkreis sowie später in Geisenheim und Umgebung. Eine mehr oder weniger aufschlussreiche Auflistung der diesbezüglichen Funde findet sich in seiner Veröffentlichung von 1966. Zusammenfassend kann gesagt werden: Das Herbarmaterial stammt nicht nur „aus der Umgebung von Wiesbaden“, wie im Eingangsbuch des Museums vermerkt, sondern von Nord (Stettin) bis Süd (Bodensee) mit Schwerpunkt Rheingau und Pfalz, den heutigen Bundesländern Hessen und Rheinland-Pfalz.

Zum Funddatum ist zu erwähnen, dass es in der Regel auf den Herbarblättern angegeben wurde, wenn auch oft nur mit dem Jahr. Das Auftreten von Minen ist nach Ort und Jahr sehr wechselnd. Es gibt Jahre mit Massenauftreten und solche mit völligem Fehlen von Minierern, wie es jeder Hobbygärtner oder Erwerbsbauer zum Beispiel an Kirsch- und Apfelbäumen schon erfahren hat. In Zusammenhang mit Langzeitbeobachtungen machen Jahresangaben durchaus Sinn, aufschlussreich für den Minenkundler ist jedoch die zusätzliche Monatsangabe. Aus dieser lassen sich biologische Angaben ableiten, beispielsweise zum Entwicklungsgang (wann ist die Mine bewohnt, von welchem Stadium, von welcher Generation). Arten einer Gattung lassen sich oftmals auch mit Hilfe ihrer Phänologie trennen. ALTENDORFER (1980) berichtet von zwei univoltinen Arten (Insekten mit nur einer Generation pro Jahr) der Gattung *Scolioneura* KONOW (Tenthredinidae), die sich morphologisch bislang nicht trennen lassen, wohl aber aufgrund ihrer Erscheinungszeit.

### 5.4 Bemerkungen, determinavit, HERING-Nr.

Die rund 350 Vermerke in der Spalte Bemerkungen der Datenbank gelten ganz überwiegend dem Hinweis, wer das Minenblatt beigesteuert hat: dedit VOIGT, dedit HERING und andere. Von besonderem Interesse sind die Anmerkungen (ca. 60), die sich auf den Blättern zum Parasit oder der Mine finden. Bemerkungen wie: „Kann ich erst nach Zucht bestimmen“ – „Mir unbekannt. Zucht erwünscht“ – „Nur nach Zucht artlich zu bestimmen“ weisen schon durch ihre sprachliche Formulierung auf HERING als Urheber hin, des Weiteren geben sie sich auch durch das Schriftbild als von ihm kommend zu erkennen. HERING hat sich auch kritisch zum vorgelegten Material geäußert wie zum Beispiel im Fall der von

STELLWAAG determinierten Parasitart *Nepticula mespilicola* FREY an *Pirus aria* (L.). EHRHART: „Muss eine andere Art sein, da Gang zu lang“ (Herbarblatt Inv.-Nr. 893). Es bleibt dahingestellt, ob die offenen Fälle zwischenzeitlich durch gezieltes nochmaliges Aufsammeln der Minen und durch Aufzucht ihrer Erreger einer Klärung zugeführt sind. In jedem Fall geben die Anmerkungen Zeugnis von der Gründlichkeit und Zuverlässigkeit HERINGs bei der Durchsicht des ihm vorgelegten Minenmaterials.

Zweifelsohne ist die Frage der richtigen Determination des Parasiten die wichtigste und schwierigste bei der Minenthematik. Nahezu alle Minenforscher haben sich in diesem Punkt der Hilfe von HERING bedient, nur zu einem geringen Teil im Sinne einer Bestätigung (conf.) ihrer eigenen Erstbestimmung. Das STELLWAAG-Herbar trägt auf 573 Blättern gleichsam das Gütesiegel HERING. In Abzug zu bringen sind die wenigen Inventarnummern, die auch von HERING vorläufig nicht abgeklärt werden konnten. Es verbleiben dann noch etwa 560 Minenbilder, verursacht von 310 Parasitarten. Diese entsprechen drei Vierteln aller (410) im Herbar dokumentierten Schädigerarten.

Nachdem alle Belege seitens der Autorin einem nochmaligen Bestimmungsdurchlauf unterworfen worden waren, zeigte sich bei etlichen Blättern, dass sie keiner HERING-Nr. zuzuordnen sind. Mehrheitlich betrifft das diejenigen, die keine Aussage zum Parasit machen oder nur die Gattung benennen. In diesem Fall muss die Art noch durch Zucht definiert werden. Aber auch für die bis auf Artebene rückführbaren Parasiten ist das Nummernsystem nicht immer anwendbar, weil der namentliche Minierer an der gegebenen Pflanze nicht bekannt oder besser gesagt noch nicht bekannt ist, und weil nomenklatorische Unklarheiten bestehen.

Zu erwähnen sind noch die Belege, die aus Sicht der Verfasserin fragwürdig sind (Kennzeichnung: ? HERING-Nr.). Die Gründe dafür sind mannigfaltig. Juvenile Minen, bei denen die Minenmerkmale noch nicht voll ausgebildet sind, haben einen besonderen Schwierigkeitsgrad, ebenso diejenigen, bei denen die Nomenklatur des Parasiten unklar bleibt. Schließlich führt der Bestimmungsgang auch manchmal zu fraglichen Ergebnissen, weil das eine oder andere Merkmal subjektiver Einschätzung unterliegt, beispielsweise bei Farbhinweisen oder Formvergleichen. Ein geübteres Auge wird das Gros der Minen mehr vom Gesamteindruck her benennen können und nur in kritischen Fällen Schritt für Schritt vorgehen und überprüfen. Bei einigen sehr wenigen Exemplaren ist über Zweifel hinaus Fehlerhaftigkeit in Betracht zu ziehen. Die meisten Minen und ihre Minierer jedoch sind nach Ansicht der Autorin als richtig determiniert einzuschätzen, sie verleihen dem Herbar den Charakter einer zuverlässigen Quelle für einige hyponomologische Fragestellungen.

### 5.5 Anmerkungen der Autorin

Diese Rubrik war nicht von Anfang an geplant, vielmehr ergab sie sich Zug um Zug aus der Bearbeitung des Herbars heraus. Das Vorgehen, im Nachhinein den Bestimmungsgang auf Herbargrundlage nachzuvollziehen, ist nur bedingt tragfähig. Durch das Herbarisieren sind teils wichtige Merkmale verloren gegangen, teils konnten sie gar nicht erst ausgebildet werden. Dennoch liefert der nochmalige Bestimmungsdurchlauf eine Fülle von Hinweisen, die es bei den einzelnen

Minen hervorzuheben gilt. Dabei unterliegen die Anmerkungen teilweise einer mehr subjektiven Sichtweise und Einschätzung insofern, als sie auf besonders auffällige und beeindruckende Sachverhalte hinweisen. Da ist beispielsweise der lackschwarz glänzende Sekretfleck über der Eischale zu erkennen, der Erstaunen über die vielfältigen Strategien bei der Eiablage aufkommen lässt. Der eine oder andere Raupensack besitzt mannigfaltige Strukturen, die nur unter dem Binokular entdeckt werden können – eine im Schlupf begriffene Imago oder auch ein Parasitoid, die der Herbarisierungsvorgang fixiert hat.

Zu den sachdienlichen Hinweisen zählen beispielsweise die Anmerkungen, die auf eine übersehene Mine aufmerksam machen oder ein fragliches Detail klären. Aber auch die Schwierigkeiten, die im Objekt liegen, finden in dieser Rubrik Ausdruck, allen voran das Problem der Autorenschaft ohne Jahresangabe der Erstveröffentlichung. Ein altbekanntes Problem des Zitierens von Artnamen ist auch hier präsent. Die ausschließliche Nennung von Gattung, Art und Autorenschaft reicht leider nicht immer für eine genaue Zuordnung zu einem noch heute gültigen Namen. Es ist eben nicht auszuschließen, dass der Name heute ein anderes Taxon bezeichnet. Die zugrundeliegende Literatur müsste immer bei der Nennung eines Taxon zitiert werden. Erst dann ist klar, was gemeint ist. Als Beispiel dient gleich der erste Herbarbeleg von *Aconitum napellus* L., 1753 mit *Phytagromyza aconiti* HENDEL. Unter dieser Nomenklatur ist bei HERING (1935-1937) kein Minierer geschlüsselt. Die fehlende Jahreszahl würde weiterhelfen: HENDEL, 1920 ist auch heute noch *Phytomyza aconiti.* HENDEL, 1924 *Phytagromyza aconiti* dagegen bezeichnet ein Synonym von HENDEL, 1927 *Phytomyza aconitophila*.

Demnach entspricht nomenklatorisch gesehen die HERING-Nr. 42 mit *Phytomyza aconitophyla* HENDEL, 1927 der Eintragung *Phytogromyza aconiti* HENDEL auf dem Herbarblatt. Vergleicht man jedoch die Herbarmine mit den Bestimmungsfragen und der Kurzbeschreibung bei HERING, so ergibt sich daraus, dass es sich im fraglichen Fall wohl eher um *Phytomyza aconiti* HENDEL, 1920 handelt, die HERING-Nr. 41. Hier wird eine weitere Schwierigkeit deutlich, nämlich die, dass HENDEL und HERING offenbar unterschiedliche Auffassungen von der Abgrenzung der Phytomyza-Arten vertraten (siehe dazu auch HENDEL 1938: 325).

### 5.6 Beispielabfragen der Datenbank

#### Der Minierer *Liriomyza strigata* Meigen, 1830 und seine Wirtspflanzen

Der Minierer verteilt sich auf folgende 5 Pflanzenfamilien (Gattungen in Klammern): Campanulaceae (*Campanula*), Compositae (*Centaurea, Cirsium, Eupatorium, Hieracium*, *Lactuca, Lapsana, Picris, Prenanthes, Senecio, Sonchus, Taraxacum*), Labiatae (*Galeopsis*), Tropaeolaceae (*Tropaeolum*), Valerianaceae (*Valeriana*).

Die bevorzugte Familie ist die der Compositae mit 11 Gattungen. *Liriomyza strigata* ist eine stark polyphage Minierfliege. Zieht man nur zwei weitere Nachweislisten zu dem Parasiten heran, kommen 10 Familien hinzu, die HENDEL (1936) aufführt (Apiaceae, Boraginaceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae, Cucurbitaceae, Dipsacaceae, Fabaceae, Papaveraceae, Plantaginaceae, Solanaceae), und 4 von HUBER (1969) genannte (Malvaceae, Primulaceae, Scrophulariaceae,

Verbenaceae). Damit wird die Meinung von HERING (1951: 316) bekräftigt: "This species may be found on all dicotyledons".

**Minierer in Eichenblättern**

An *Quercus* sind in der Sammlung 46 Minen belegt. Als Minierer treten 3 Coleoptera (Käfer), 6 Hymenoptera (Hautflügler) und 37 Lepidoptera (Schmetterlinge) auf. Ein Vergleich der Herbarabfrage mit dem HERINGschen Tabellenwerk (1935-1937) bestätigt die obige Tendenz: Dipteren-Minierer treten an Eichen nicht auf, Hymenopteren und Coleopteren nur vereinzelt, die Lepidopteren stellen die häufigsten Minierer an Eichen. Diese Aussage deckt sich auch mit der anderer Untersuchungen. PATOCKA et al., die in den Westkarpaten Eichen auf ihre Schädlinge hin durchforstet haben, fanden ebenfalls nur die eine gleiche Tenthredinidenart und auch sie „*konnten keinen Minierer unter den Dipteren an Eichenblättern feststellen*" (1999: 111).

## 6 Zusammenfassung

Mit der vollständigen Aufarbeitung und Erfassung des STELLWAAG-Herbars konnte dieses erstmalig einer Auswertung zugeführt werden. Die zusätzliche Veröffentlichung der Rohdaten mit den Fotografien aller Belege stellt das Herbar zukünftig einem großen Kreis von Interessierten zur Verfügung. Es ist davon auszugehen, dass weiterhin der eine oder andere Beleg im Museum Wiesbaden zu überprüfen sein wird, mehrheitlich aber steht den an Blattminen arbeitenden Wissenschaftlern und Amateuren eine Aufarbeitung zur Verfügung, die unabhängig genutzt werden kann.

Eine erste Auswertung bestätigte schon bekannte Sachverhalte, zum anderen ergaben sich aber auch Ergänzungen bei der Ermittlung des Wirtsspektrums einzelner Minierer. Die Daten dienen darüber hinaus auch der Aufdeckung künftiger Faunenveränderungen im Bereich der Minierinsekten. Für Rückgänge, Verschiebungen, Neuzugänge können die Minen gleichsam als Indizien herangezogen werden. Bekannte Standardkataloge werden bei einer Neuauflage die nun direkt zugänglichen Daten berücksichtigen. So weist das Verzeichnis der Hautflügler Deutschlands (2001) für die Blattwespen-Minierer in den Bundesländern Hessen und Rheinland-Pfalz im Zeitraum von 1900 - 1979 fast nur Leerstellen aus, während im STELLWAAGschen-Herbar für 12 Arten eine klare Nachweissituation gegeben ist. Im Verzeichnis der Schmetterlinge Deutschlands (1999) ist die Erhebungssituation ähnlich. Für Hessen sind 4 *Nepticula*-Arten aus der Zeit nach 1980 angeführt, für den Zeitraum 1900 bis 1980 „*gibt es offenbar keine aktuellen Nachweise*" (1999: 9). Zieht man dagegen das STELLWAAG-Herbar in die Betrachtung ein, so verschiebt sich das Bild: 6 Arten sind für Hessen zuverlässig nachweisbar. Die Sammlungsbelege sind demnach geeignet, gleichsam auf dem Umweg über die Minen Lücken zu schließen in der Kenntnis des Vorkommens einiger Insektenarten.

Die dem STELLWAAG-Herbar eigene Komponente ist der Bezug zu dem unumstrittenen Minenkundler HERING, der gleichsam als Gewährsmann für die Richtigkeit in der Bestimmung der Mehrzahl der Minierer steht. In eben dieser Authentizität liegt die Bedeutung der STELLWAAG-Kollektion. Der Stempel

HERING, im wörtlichen und übertragenen Sinn, verleiht den Minierern in ihrer Benennung nahezu Rechtsgültigkeit.

## 7 Danksagung

Dem Kurator der Naturwissenschaftlichen Abteilung des Museums Wiesbaden, Herrn F. Geller-Grimm, gilt mein Dank für die Unterstützung, vor allem bei Fragen zur EDV und für die Durchsicht des Manuskripts. Für ihre Auskunftsbereitschaft und sachdienlichen Hinweise sei Dank auch Personen aus dem früheren beruflichen Umfeld des Sammlers STELLWAAG, insbesondere Prof. Dr. H. Holst, Prof. Dr. P. Claus, Frau S. Muth und Frau T. Püschel (Geisenheim), ausgesprochen. Die Hessische Landesbibliothek in Wiesbaden leistete dankenswerte Hilfestellung bei Literaturbeschaffung und stellte aus ihrem Bestand Abbildung 1 zur Verfügung. Herr Dr. J. Rodeland (Mainz) gab freundlicherweise die Einwilligung zum Abdruck des Fotos von der Rosskastanien-Miniermotte. Dem Nassauischen Verein für Naturkunde, vertreten durch den Schriftleiter Prof. Dr. B. Toussaint, dankt die Autorin für die Aufnahme dieser Arbeit in die Schriftenreihe.

## 8 Literatur

ALTENHOFER, E. (1980): Zur Systematik und Morphologie der in Baumblättern minierenden Blattwespen (Hym., Tenthredinidae).- Zeitschr. f. angew. Entomolgie, **89**: 42-53; Hamburg, Berlin.

BECKMANN, J.C. (1680): Bericht von denen auff den Blättern der Bäume in diesem 1680sten Jahre häufig gefundenen SchlangenGestalten; Frankfurt an der Oder (Zeitler).

BULTMAN, T. & FAETH, S.H. (1985): Patterns of intra – and interspecific association in leaf-mining insects on three oak host species.- Ecological Entomology, **10**: 121-129; Oxford.

CLAUS, P. (1992): Friedrich Ludwig Stellwaag.- In: Magistrat Stadt Geisenheim (Hrsg.): Beiträge zur Kultur und Geschichte der Stadt Geisenheim, **2**: 61-62; Eltville (Walters).

CSOKA, G. (2003): Leaf mines and leaf miners. – 192 S.; Budapest (Forest Research Institut, Agroinform).

DATHE, H., TAEGER, A. & BLANK, S. (Hrsg.) (2001): Verzeichnis der Hautflügler Deutschlands. Entomofauna Germanica 4.- Entomologische Nachrichten und Berichte, Beiheft, **7**: 178 S.; Dresden.

DECLERCK, R.A. & SHORTHOUSE, J.D. (1985): Tissue preference and damage by *Fenusa pusilla* and *Messa nana* (Hymenoptera: Tenthredinidae), leaf-mining sawflies on *White Birch*.- The Canadian Entomologist, **11**(7): 351-362; Ottawa (Ontario).

DELKESKAMP, K. (1963): Prof. Dr. E. M. HERING, 70 Jahre.- Mitteilungen der Deutschen Entomologischen Gesellschaft, **22**(5/6): 82-84; Berlin.

DEMPEWOLF, M. (2005): Dipteran leaf miners.- In: RAMAN, A., SCHAEFER, C.W. & WITHERS, T.M. (Hrsg.): Biology, Ecology and Evolution of gall-inducing arthropods, **1**: 407-429; Plymouth, UK (Science Publishers).

DESCHKA, G. & DIMIC, N. (1986): *Cameraria ohridella* sp.n. (Lep., Lithocolletidae) aus Mazedonien, Jugoslawien.- Acta entomologica Jugoslavica, **22**(1-2): 11-23; Zagreb.

GAEDIKE, R. & HEINICKE, W. (Hrsg.) (1999): Verzeichnis der Schmetterlinge Deutschlands. Entomofauna Germanica 3.- Entomologische Nachrichten und Berichte, Beiheft, **5**: 216 S.; Dresden.

HEDICKE, H. & HERING, M. (1924): Vorschläge für eine Terminologie der Blattminen.- Deutsche Entomologische Zeitschrift, **1924**: 185-194; Berlin.

HEITLAND,W., KOPELKE, J.P. & FREISE, J. (2003): Die Rosskastanien-Miniermotte – 19 Jahre Forschung und noch keine Lösung in Sicht?- Natur und Museum, **133**(8): 221-231; Frankfurt a.M.

HENDEL, F. (1938): Agromyzidae. – In: LINDNER, E. (Hrsg.): Die Fliegen der palaearktischen Region, Bd. VI, 2. – 570 S.; Stuttgart (Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung).

HERING, E.M. (1924): Kauf- und Tauschanzeiger.- Deutsche Entomologische Zeitschrift, **1924**: 198; Leipzig.
HERING, E.M. (1926): Die Ökologie der blattminierenden Insektenlarven. – In: SCHULZE, P.: Zoologische Bausteine, Band 1(2). – 253 S.; Berlin (Borntraeger).
HERING, E.M. (1935-37): Die Blatt-Minen Mittel- und Nordeuropas. – 631 S.; Neu-Brandenburg (G. Feller).
HERING, E.M. (1951): Biology of the leaf miners. – 408 S.; Den Haag (Dr.W. Junk).
HERING, E.M. (1953): Blattminen.- Die Neue Brehmbücherei, **91**: 70 S.; Leipzig (Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig).
HERING, E.M. (1957): Bestimmungstabellen der Blattminen von Europa einschließlich des Mittelmeerbeckens und der Kanarischen Inseln, 3 Bände. – 1403 S.; Den Haag (Dr. W. Junk).
HESPENHEIDE, H.A. (1991): Bionomics of leaf-mining insects.- Annual Review of Entomology, **36**: 535-560; Palo Alto (CA).
HUBER, J.A. (1969): Blattminen und Pflanzengallen Schwabens, 23. Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Augsburg. – 208 S.; Augsburg (Selbstverlag).
KERGUÉLEN, M. (1993): Index synonymique de la flore de France.- Secrétariat de la Faune et de la Flore, MNHN. Collection patrimoines naturels série patrimoine scientifique, **8**: 196 S.; Paris.
KÖHLER, F. & KLAUSNITZER, B. (Hrsg.) (1998): Verzeichnis der Käfer Deutschlands. Entomofauna Germanica.- Entomologische Nachrichten und Berichte Beiheft, **4**: 185 S.; Dresden.
LUDWIG, A. (1952): Die Blattminen des Siegerlandes und der angrenzenden Gebiete.- Abhandlungen aus dem Landesmuseum für Naturkunde zu Münster in Westfalen, **15**(2): 3-48; Münster.
PATOCKA, J., KRISTIN, A., KULFAN, J. & ZACH, P. (1999): Die Eichenschädlinge und ihre Feinde.- Institut für Waldökologie der Slowakischen Akademie der Wissenschaften. – 396 S.; Zvolen (Verlag der Technischen Universität).
RÉAUMUR, M. DE (1737): Mémoires pour servir à l'histoire des insectes, Band 3. – 532 S.; Paris (Imprimerie Royale).
ROTHMALER, W. (1988): Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD, Band 2: Gefäßpflanzen, 14. durchges. Aufl. – 639 S.; Berlin (Volk und Wissen).
SCHADEWALDT, G. & GELLER-GRIMM, F. (in Vorbereitung): Die Blattminen-Sammlungen der Naturwissenschaftlichen Sammlung im Museum Wiesbaden, DVD; Wiesbaden (Museum Wiesbaden).
SCHUMANN, H., BÄHRMANN, R. & STARK, A. (Hrsg.) (1999): Checkliste der Dipteren Deutschlands. Entomofauna Germanica 2.- Studia dipterologica, Supplement, **2**: 354 S.; Halle (Saale).
STELLWAAG, F. (1928): Die Weinbauinsekten der Kulturländer. – 884 S.; Berlin (Parey).
STELLWAAG, F. (1966): Blattminen aus dem Gebiet Rheingau-Rheinpfalz.- Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde, **98**: 103-118; Wiesbaden.
VOIGT, G. (1929): Beiträge zur Kenntnis der Minen und ihrer Erreger, sowie Beobachtungen über das Vorkommen von Minen im Rheingau und benachbarten rheinischen Gebieten.- Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde, **80**: 24-73; Wiesbaden.
VOIGT, G. (1945): The preservation of the living chlorophyll in dying leaves contaminated by birds' droppings.- Transactions of the Norfolk & Norwich Naturalist's Society, **16**: 169-171; Norwich.

GISELA SCHADEWALDT
Trommlerweg 31
65195 Wiesbaden
Tel. 0611/461745

Manuskripteingang: 8. September 2009